

태양광 장기체공 무인항공기의 비행제어 소프트웨어 소개

(2총괄 3세부: 지능형 로봇 소프트웨어 소스 무결점 자동 검증기 특화기술 개발)

소프트웨어 무결점 연구센터 2012 여름 워크샵

2012.7.25-28

한국항공대학교
박상혁

목차

- 연구배경
- 실험용 무인항공기
- 비행제어 시스템
- 주요 기능
- 소프트웨어 검증
- 향후 계획

연구 배경

- 한정적 에너지원의 사용으로 인한 **에너지 고갈문제**
- 화석 연료 사용으로 발생하는 온실가스로 인한 **지구 온난화 현상**
⇒ 무한 청정 에너지원인 태양광 발전을 이용한 자가 충전 비행기 연구.
즉, 태양광 장기체공 무인 항공기 개발

- 응용 분야
⇒ 정찰/감시, 통신중계, 기상 관측, ...

- 연구 동향

2010년 7월 9일, 영국 QinetiQ의 Zephyr가
14일 동안 시험 비행을 성공



Helios(NASA)



Zephyr(QinetiQ)



Sky Sailor(ETH Z rich)



Solar Impulse

태양광 장기체공 무인항공기



비행 동영상

Specifications	
Total Weight	3.0 kg
Wing Span	3.6 m
Wing Area	0.8 m ²
Optimal Speed	9.0 m/s
Min. Elec. Power for Level Flight	30 W
Solar cell Area	0.56 m ² (70%)
Solar cell Max. Power	100 W

비행제어 시스템 (1/2)

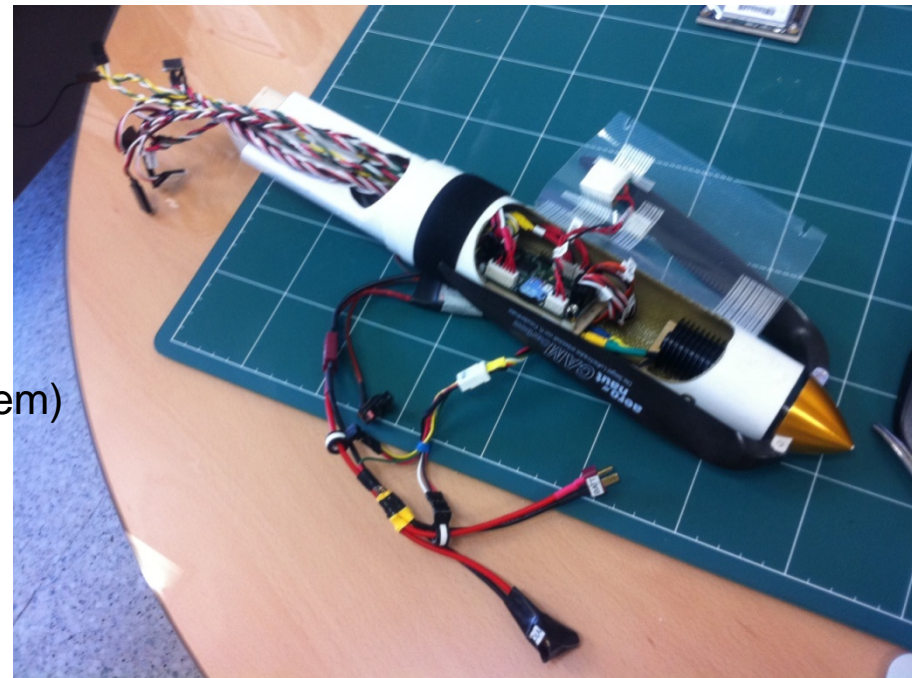
□ Flight Control Computer (FCC)

- Processor : ARM(STM32), Dual Config (1: Flight Software + 1: PWM servo control)
- Auto/Manual, 6 PWM channel, 6 AD inputs, 3 Serial Ports, 2 programmable LED, Micro SD card
- Mass: 15g
- Size: 34 mm x 56 mm



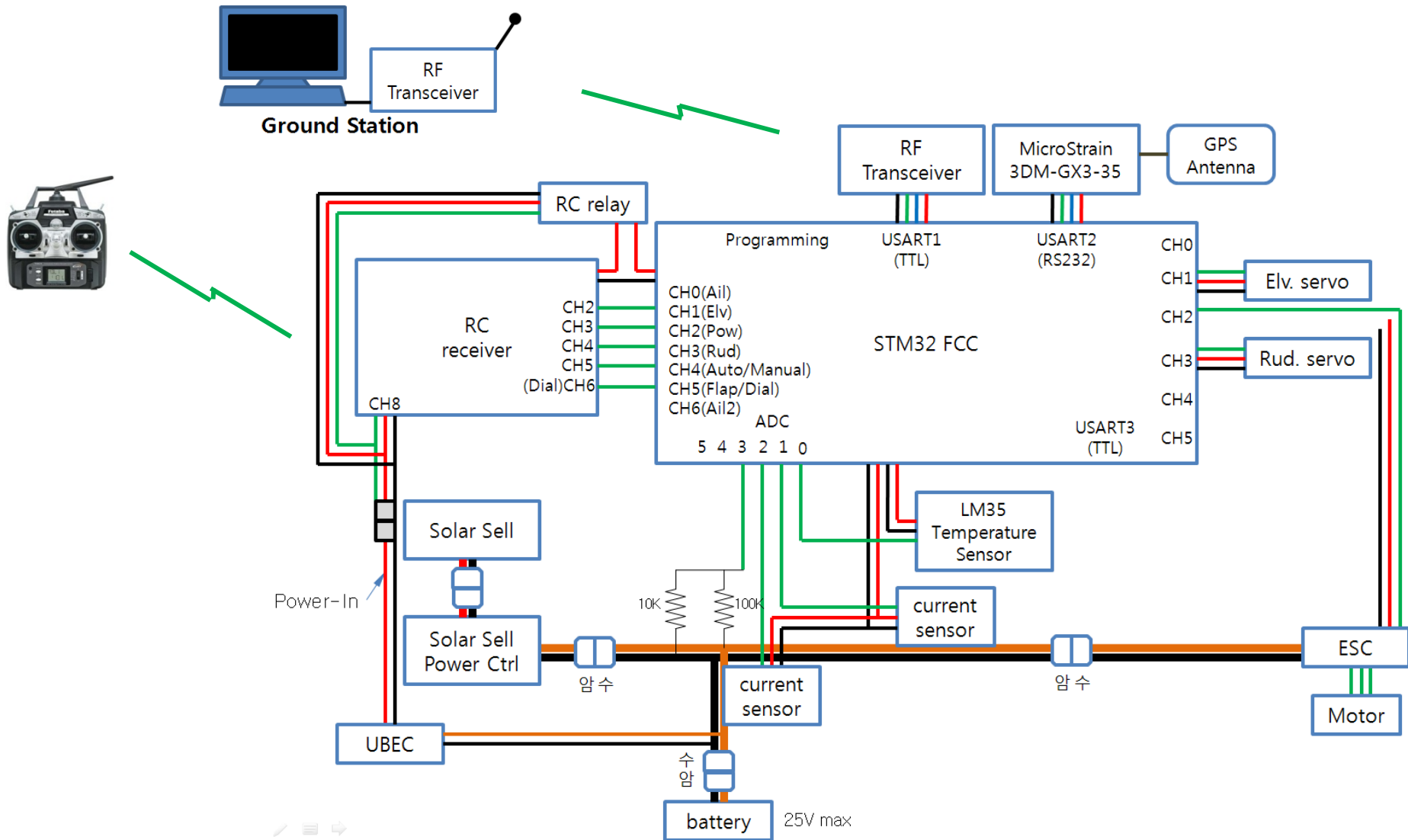
□ AHRS (Attitude Heading Reference System) GPS

- 무선 모뎀
- 전류, 전압, 온도 센서
- RC Receiver, Servo Motors



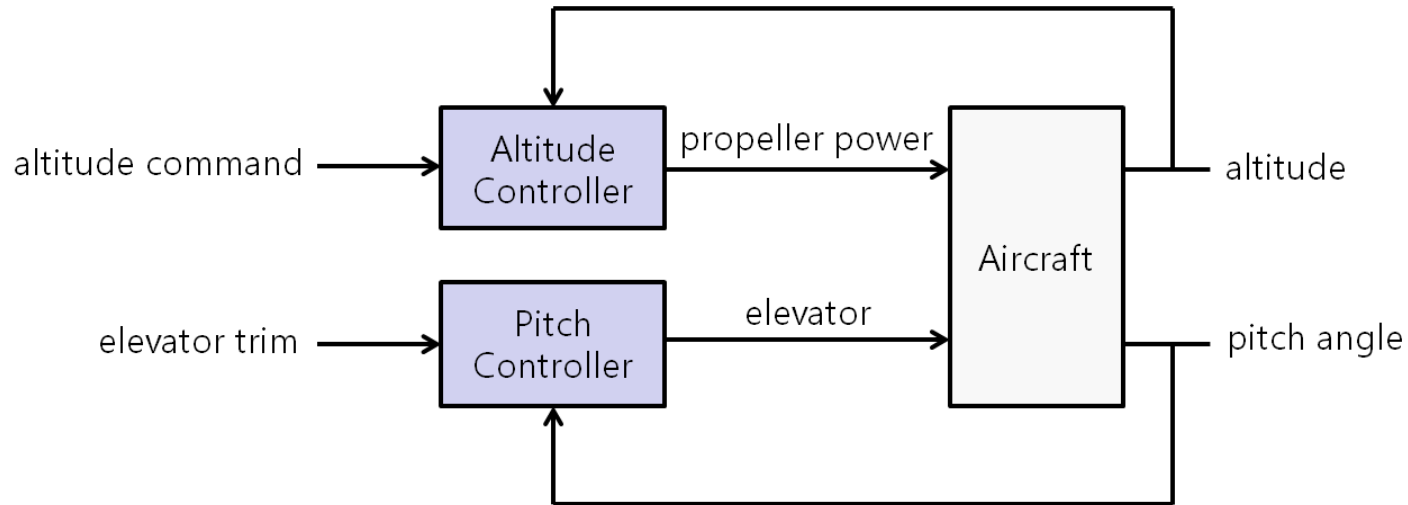
비행제어컴퓨터+비행센서+통신장비+전류/전압센서+전선 < 200g

비행제어 시스템 (2/2)

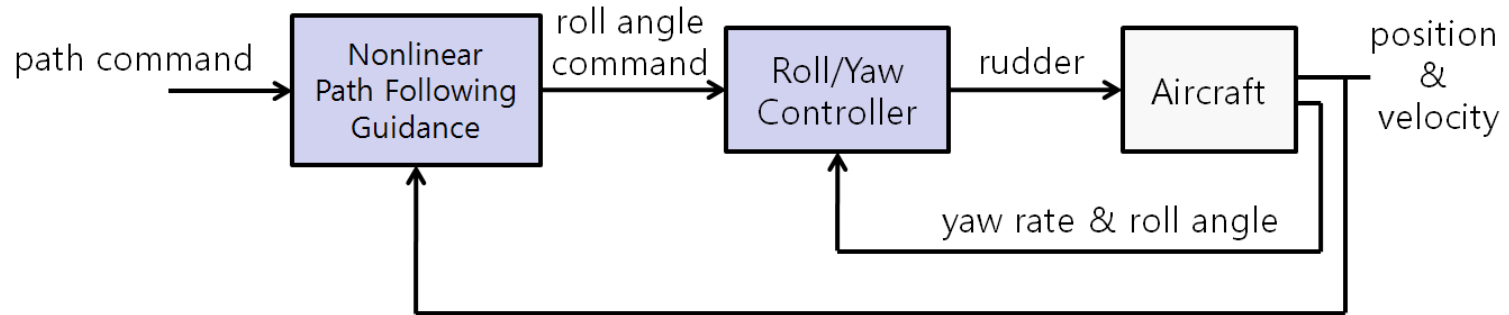


유도 제어 루프

종축

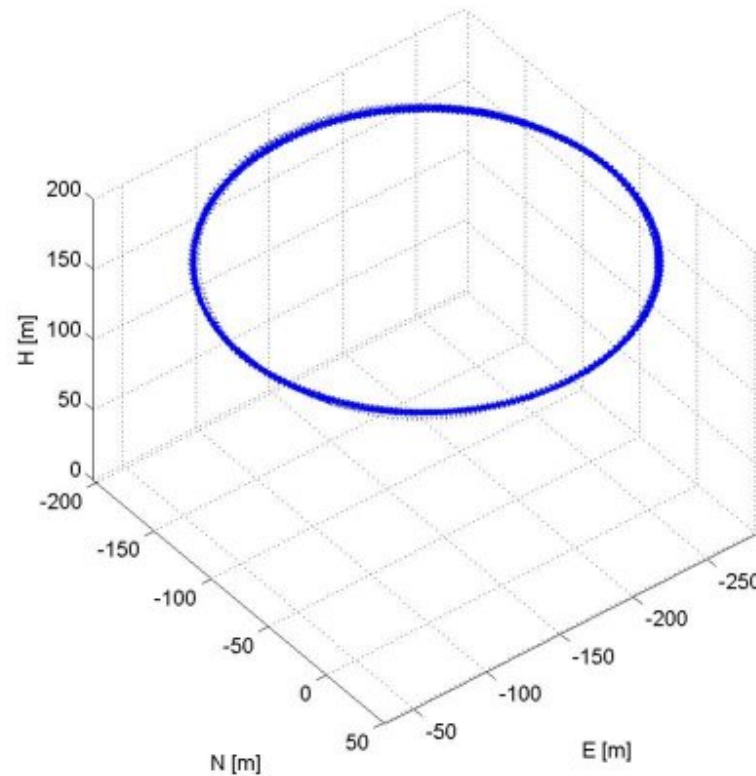


횡축



주요 기능 - 정밀 경로 추종

□ 비선형 경로추종 유도 법칙의 2D 적용 → 정밀 경로 추종 성능 확보

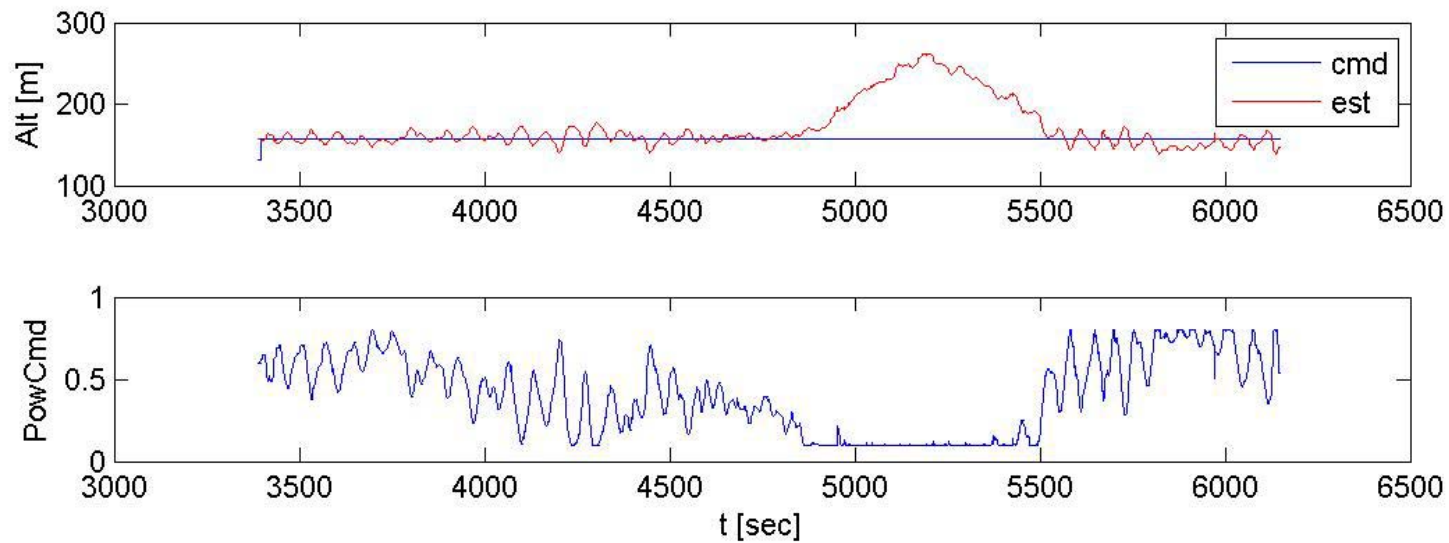
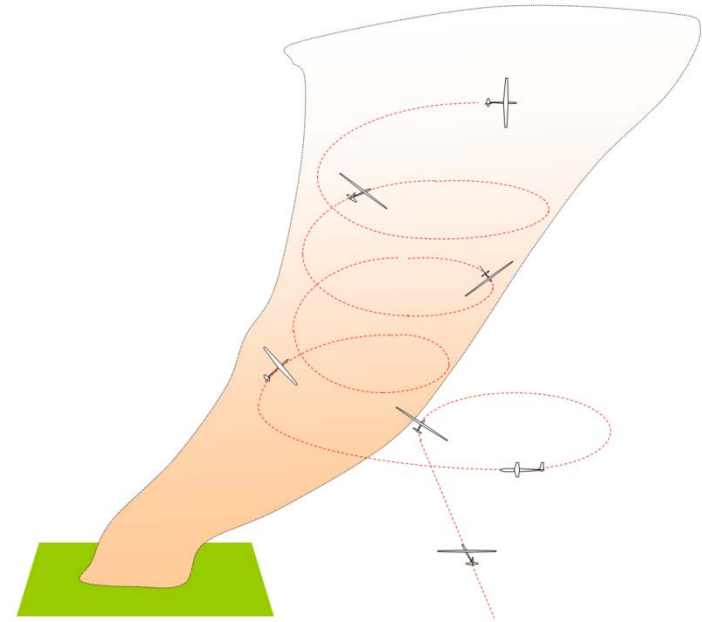


경로오차의 표준편차: 1.08m (2시간 연속 자동비행 구간 데이터)

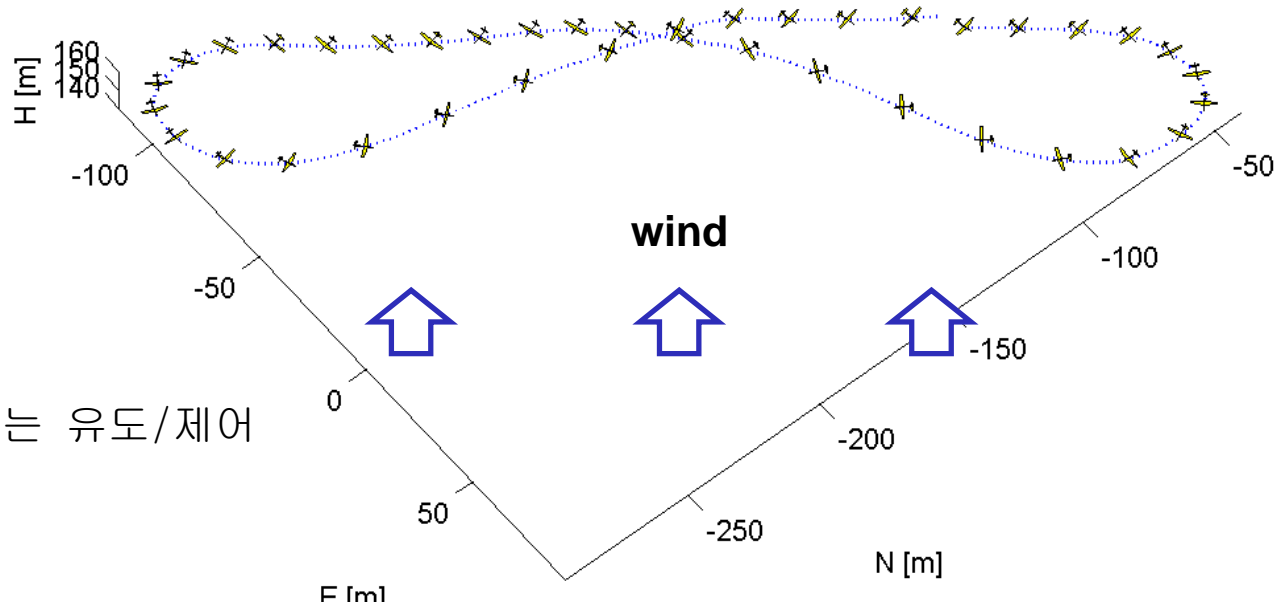
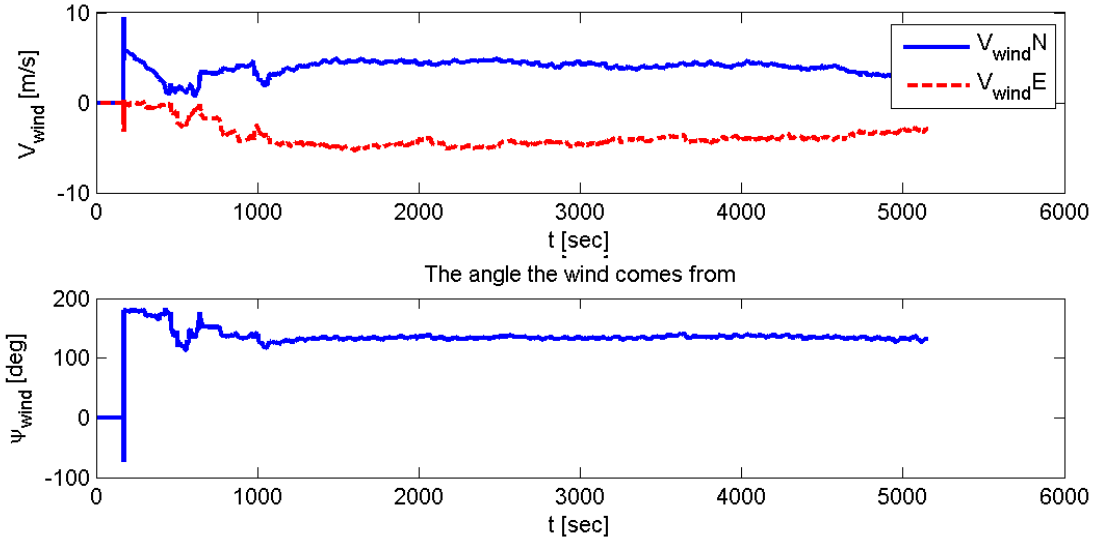
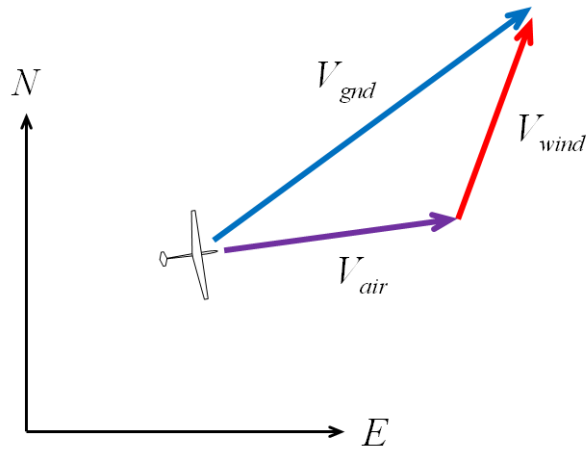
주요 기능 - 상승기류 이용

□ Propeller Power (추력)를 이용하여 고도 제어

→ 상승기류 감지 및 이용



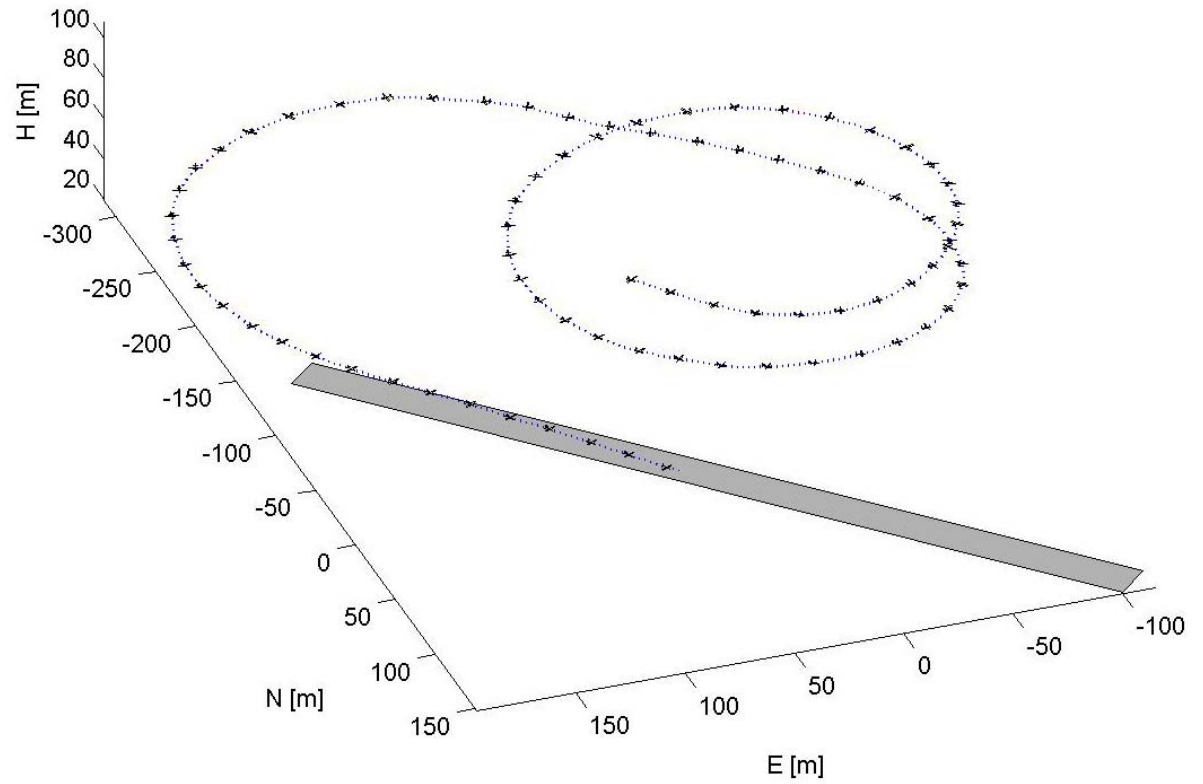
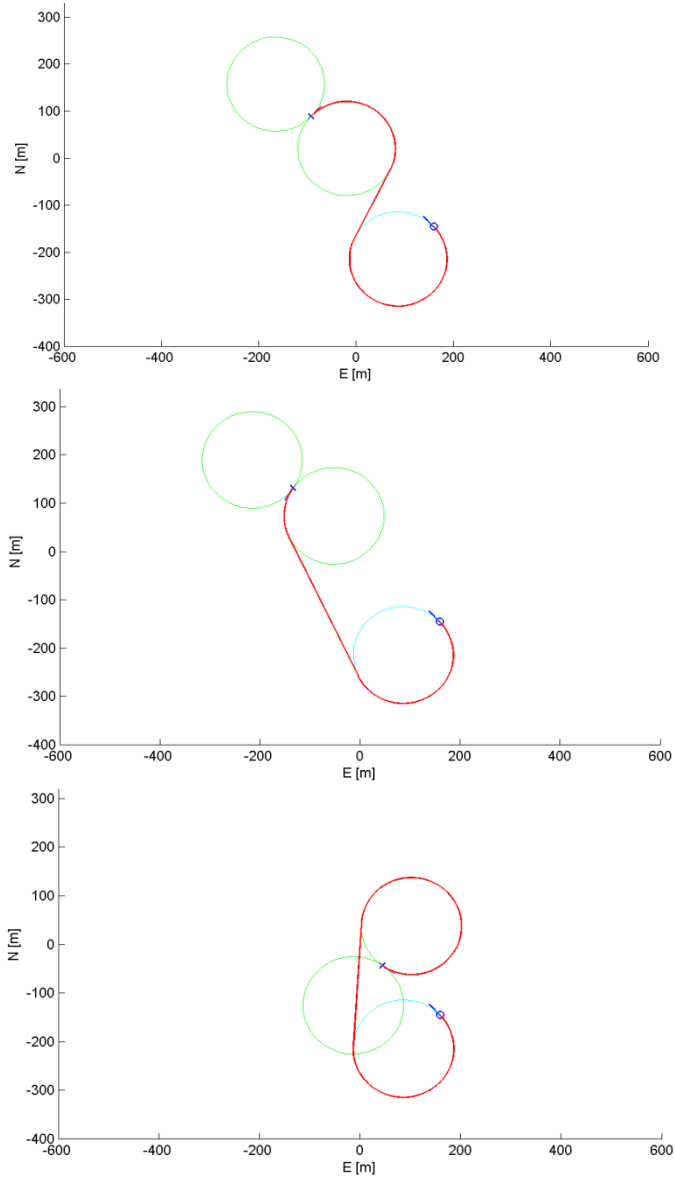
주요 기능 - 바람 추정 및 바람의 방향을 고려한 운용



- Extended Kalman Filter
- 뒷바람(배풍)을 피하며
- 일정 지점 상공에 체류하는 유도/제어

주요 기능 - 자동 진입

□ 주목적: 야간 비행시 착륙을 용이하게 하기 위해



소프트웨어 구조

변수 선언

초기화

while(...) {

← every 40Hz

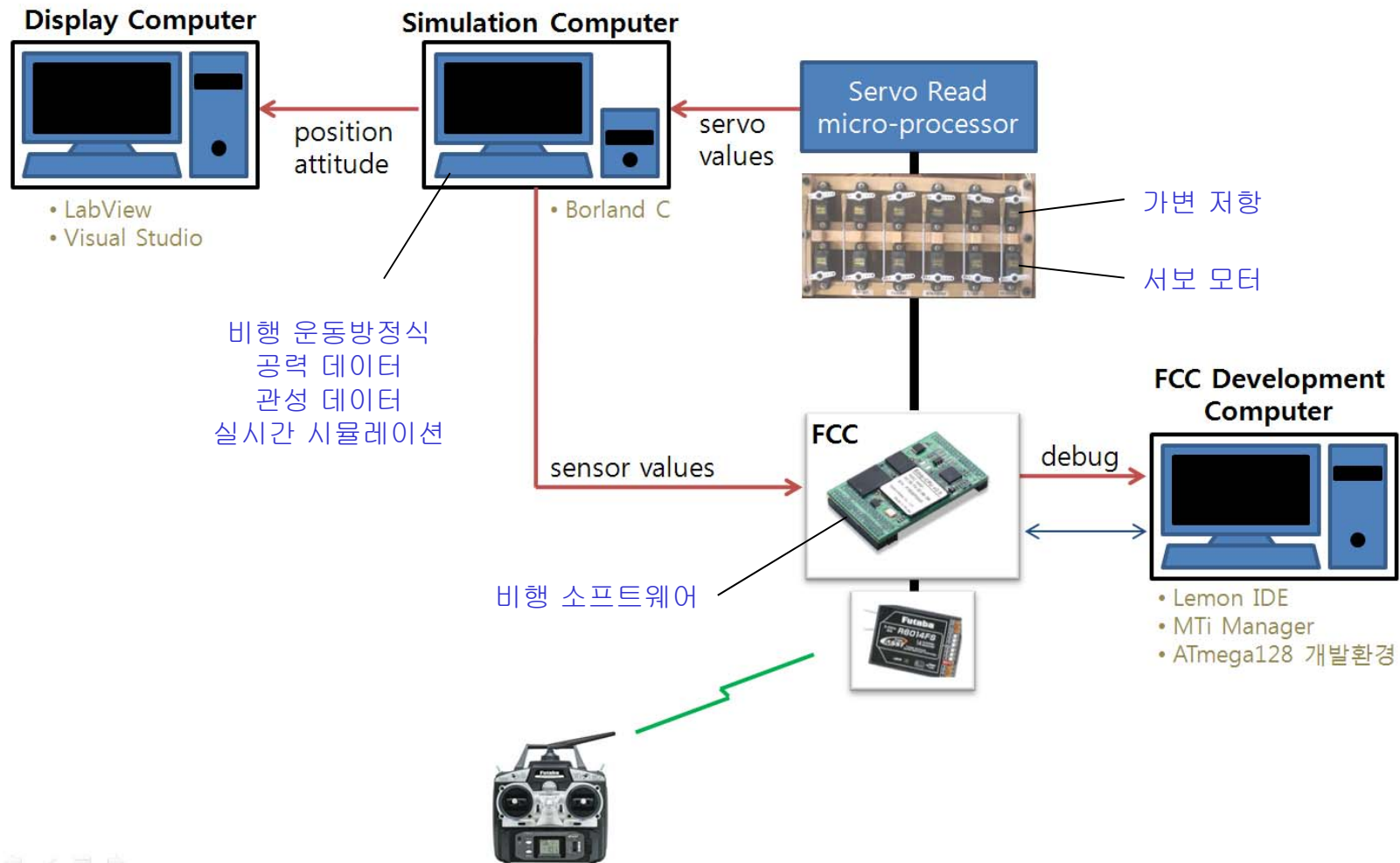
- RC 수신기 입력
- 비행 센서(GPS, AHRS) 입력
- 전류/전압/온도 센서 입력
- 추정 알고리즘 → 바람 크기, 방향
- 유도/제어 알고리즘 → 조종면 타각 및 추력
- 무선 통신 (to/from Ground Station)
- 데이터 저장 (micro SD card)

}

종료

C 소스 파일: ~100KB (~5000 lines)
실행파일: ~50KB

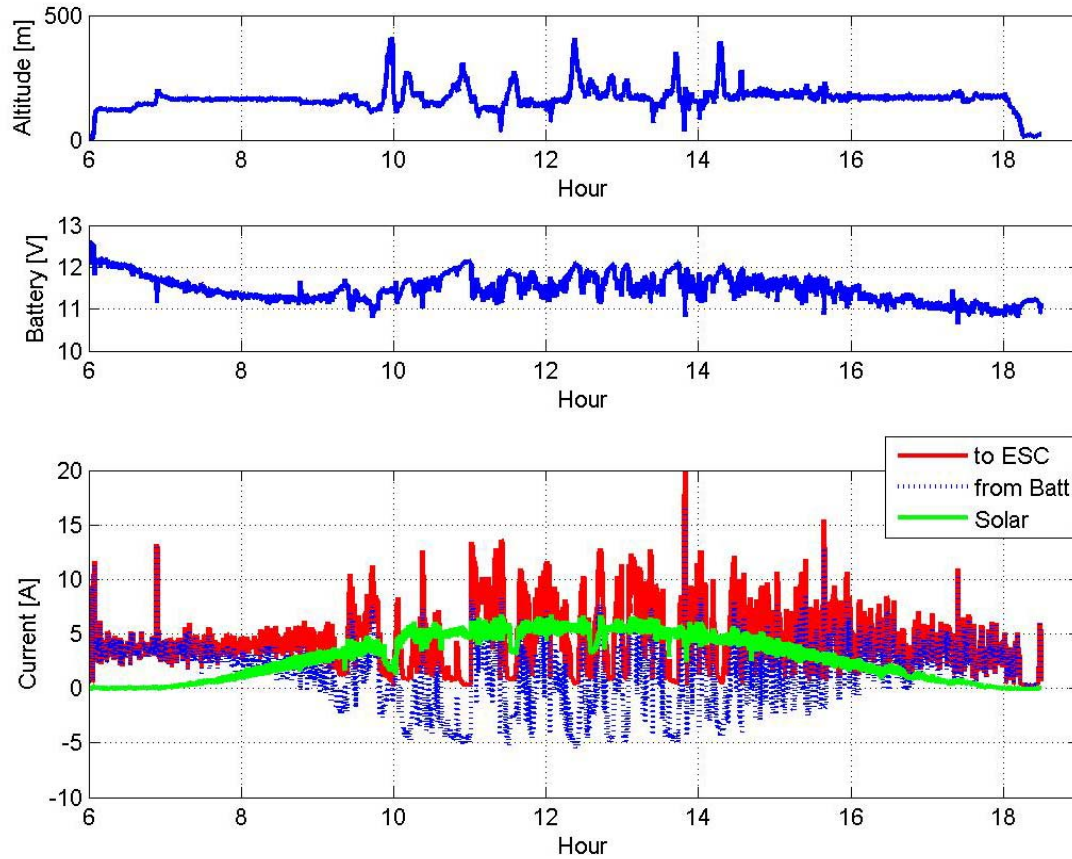
Hardware In-the-Loop Simulation (소프트웨어 검증)



소프트웨어 검증

- ❑ Buffer Overrun
- ❑ 포인터의 잘못된 접근 (잘못된 주소 참조)
- ❑ 초기화 안된 메모리 접근
- ❑ 수학적함수로 인한 Crash (ex: $\sim/0$, $\arcsin(\sim > 1)$, $\sqrt{-}$...)

비행 기록 - 4계절 12시간 연속 비행



야간 비행 동영상



Ongoing & Future Works

- 최소 전력 사용 비행점 Auto-Tracking
- 태양의 방향을 고려한 최적의 비행 경로 연구
- 원거리 비행 중 통신 두절 시 자동 귀환 모드
- 비행제어 소프트웨어의 지속적인 개선 및 검증
- 6m 급 기체 제작 및 비행 실험



[KAU SPUAV 동영상](#)